



(19)

(11) Publication number: 11186656 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(21) Application number: 09365765

(51) Intl. Cl.: H01S 3/18

(22) Application date: 22.12.97

(30) Priority:

(43) Date of application publication: 09.07.99

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: VICTOR CO OF JAPAN LTD

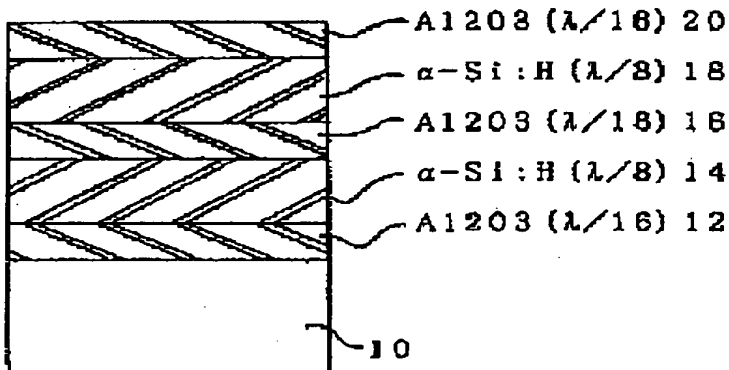
(72) Inventor: GOSHO SHINICHIRO

(74) Representative:

(54) REFLECTIVE FILM FOR SEMICONDUCTOR LASER ELEMENT AND MANUFACTURE THEREOF**(57) Abstract:**

PROBLEM TO BE SOLVED: To conveniently form a laser device which provides high-reliability stable characteristics and simply emits laser beams with different wavelengths.

SOLUTION: This the step of A first A1203 film layer 12 is formed at 130° C by sputtering, on resonator end faces of a GaAs laser element substrate 10, and the thickness is controlled to be an optical film thickness of $\lambda/16$. A second α -Si:H film layer 14 is formed at 200° C by sputtering with the thickness control to provide an optical film thickness of $\lambda/8$. A third A1203 film layer 16 is formed at 130° C by sputtering with the thickness control to provide an optical film thickness of $\lambda/16$. Then a fourth α -Si:H film layer 18 is formed at 200° C by sputtering with the thickness control to provide an optical film thickness of $\lambda/8$, and a fifth A1203 film layer 20 is formed at 130° C by sputtering with the thickness control to provide an optical film thickness of $\lambda/16$.

22

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-186656

(43) 公開日 平成11年(1999) 7月9日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 1 S 3/18

識別記号

F I
H 0 1 S 3/18

審査請求 未請求 請求項の数4 F D (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平9-365765

(22) 出願日 平成9年(1997)12月22日

(71) 出願人 000004329

日本ビクター株式会社

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地

(72) 発明者 御所 真一郎

神奈川県横浜市神奈川区守屋町3丁目12番地 日本ビクター株式会社内

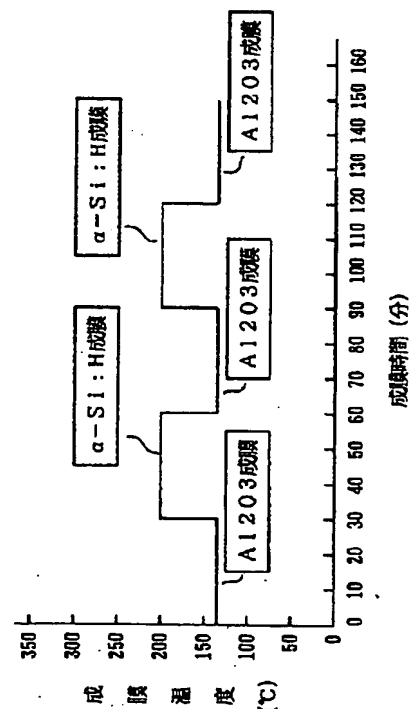
(74) 代理人 弁理士 梶原 康稔

(54) 【発明の名称】 半導体レーザ素子用反射膜及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 信頼性の高い安定した特性が得られるとともに、複数波長のレーザ光を発振するレーザ装置に簡便に形成する。

【解決手段】 GaAsレーザ素子基板の共振器端面上に第1層目としてAl₂O₃膜を、成膜温度130℃でスパッタ法によって成膜し、膜厚を光学膜厚で $\lambda/16$ に制御する。次に、第2層目の α -Si:H膜を、成膜温度200℃でスパッタ成膜する。第2層膜の光学膜厚は、 $\lambda/8$ に制御する。次に、第3層目のAl₂O₃膜を、成膜温度130℃でスパッタ成膜する。第3層膜の光学膜厚は、 $\lambda/16$ に制御する。次に、第4層目の α -Si:H膜を、成膜温度200℃でスパッタ成膜する。第4層膜18の光学膜厚は、 $\lambda/8$ に制御する。次に、第5層目のAl₂O₃膜を、成膜温度130℃でスパッタ成膜する。第5層膜の光学膜厚は、 $\lambda/16$ に制御する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 半導体レーザ素子の共振器端面に形成される積層構造の反射膜において、

第1の温度で形成される第1の光学膜厚の第1の膜と、第2の温度で形成される第2の光学膜厚の第2の膜を、交互に積層したことを特徴とする半導体レーザ素子用反射膜。

【請求項2】 前記第1の膜は、130℃で成膜される光学膜厚 $\lambda/16$ のAl₂O₃膜であり、前記第2の膜は、200℃で成膜される光学膜厚 $\lambda/8$ のシリコン膜であり、5層の積層構造としたことを特徴とする請求項1記載の半導体レーザ素子用反射膜。

【請求項3】 前記シリコン膜は、 α -SiH膜もしくはSiの結晶膜であることを特徴とする請求項2記載の半導体レーザ素子用反射膜。

【請求項4】 半導体レーザ素子の共振器端面に反射膜をスパッタ法で形成する半導体レーザ素子用反射膜の製造方法において、

前記共振器端面上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さにAl₂O₃膜を第1層膜として形成するステップ；この第1層膜上に、温度200℃で光学膜厚 $\lambda/8$ の厚さに α -SiH膜を第2層膜として形成するステップ；この第2層膜上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さにAl₂O₃膜を第3層膜として形成するステップ；この第3層膜上に、温度200℃で光学膜厚 $\lambda/8$ の厚さに α -SiH膜を第4層膜として形成するステップ；この第4層膜上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さにAl₂O₃膜を第5層膜として形成するステップ；を含むことを特徴とする半導体レーザ素子用反射膜の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体レーザ素子の共振器端面（レーザ光出射端面）に形成される反射膜にかかり、更に具体的には、複数の異なるモードのレーザ光を出力する半導体レーザ素子を含むレーザ装置に好適な反射膜の改良に関する。

【0002】

【背景技術】半導体レーザ素子の光出射端面には、出射効率を向上させるために、Al₂O₃、SiO₂、Si₃N₄、TiO₂などの誘電体物質による反射膜が、例えば光学膜厚 $\lambda/2$ （ λ はレーザ光の波長）で形成されている。図6にはその様子が示されている。同図(A)は、単一波長の半導体レーザ素子900における共振器端面には、反射膜902、904がそれぞれ形成されている。素子900で発振したレーザ光のうちの主ビームは例えば反射膜902から出力され、モニタ光は反射膜904から出力される。同図(B)は、半導体レーザ素子906における共振器方向の一端に反射膜908が形成された例である。なお、図中の矢印は、レーザ光の射出方向を

示す（以下同様）。

【0003】反射膜は、単一誘電体物質による単層構造の場合もあるが、単層反射膜を組み合わせる多層構造とする場合もある。単層膜では、単一波長（例えば790nm）に対して目的の反射率（例えば30～35%）が得られるような分光特性となるように、材料などが選択される。多層膜では、多層構造全体として所望の特性が得られるように、層数や材料などが選択される。

【0004】成膜方法としては、EB真空蒸着法やマグネトロンRFスパッタ法などが一般的であるが、膜質の良さからスパッタ法が広く使われている。成膜プロセスは、反射膜の密着性を向上させるために基板（レーザ素子基板）温度を200℃～300℃に保ち、この状態でスパッタを行って反射膜を成膜している。この方法は、単層構造及び多層構造のいずれの場合も同様である。図7には、その成膜の条件をグラフに示したもので、横軸は成膜時間、縦軸は成膜温度である。同図の例では、300度一定で反射膜は成膜される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、以上のような背景技術には、次のような不都合がある。

(1) 基板温度を200℃～300℃で一定に保ったまま反射膜を形成する。このため、反射膜に応力歪みが残存しやすく、耐環境試験などで膜にクラックが生じたり、あるいは膜が剥がれることがあり、信頼性に悪影響を及ぼしている。

【0006】(2)反射膜は、上述したように単一波長に対して所定の反射率が得られる分光特性となっている。このため、例えば多重波長で発振するレーザアレイ、例えばCD-R用の790nmと、DVD用の650nmとで発振するような二波長レーザ装置に反射膜をコーティングする場合、波長に応じた分光特性の膜を別個に形成しなければならない。

【0007】図8には、その一例が示されており、CD-R用レーザ素子910には、波長790nmに対応する反射膜912を共振器端面を形成する。一方、DVD用レーザ素子920には、波長650nmに対応する反射膜922を共振器端面に形成する。この際に、反射膜912、922は同一でないため、マスクを使用して別々にレーザ素子910、920にコーティングする必要がある、製造工程が複雑になる。

【0008】この発明は、以上の点に着目したもので、信頼性の高い安定した特性が得られるとともに、複数波長のレーザ光を発振するレーザ装置に簡便に形成することができるレーザ素子用反射膜、その製造方法、レーザ装置を提供することを、その目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】前記目的を達成するため、この発明の反射膜は、第1の温度で形成される第1の光学膜厚の第1の膜と、第2の温度で形成される第2

の光学膜厚の第2の膜を、交互に積層したことを特徴とする。主要な形態の一つによれば、前記第1の膜は、130℃で成膜される光学膜厚 $\lambda/16$ の Al_2O_3 膜であり、前記第2の膜は、200℃で成膜される光学膜厚 $\lambda/8$ のシリコン膜であり、5層の積層構造としたことを特徴とする。他の形態によれば、前記シリコン膜は、 $\alpha\text{-Si:H}$ 膜もしくは Si の結晶膜であることを特徴とする。

【0010】本発明の反射膜製造方法は、共振器端面上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さに Al_2O_3 膜を第1層膜として形成するステップ；この第1層膜上に、温度200℃で光学膜厚 $\lambda/8$ の厚さに $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を第2層膜として形成するステップ；この第2層膜上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さに Al_2O_3 膜を第3層膜として形成するステップ；この第3層膜上に、温度200℃で光学膜厚 $\lambda/8$ の厚さに $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を第4層膜として形成するステップ；この第4層膜上に、温度130℃で光学膜厚 $\lambda/16$ の厚さに Al_2O_3 膜を第5層膜として形成するステップ；を含むことを特徴とする。

【0011】この発明の前記及び他の目的、特徴、利点は、以下の詳細な説明及び添付図面から明瞭になろう。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について詳細に説明する。図1には、本形態における半導体レーザ素子の反射膜の形成手順がグラフとして示されている。図1のグラフは前記図7に対応するもので、横軸は成膜時間、縦軸は成膜温度である。図2には、レーザ素子の一方の共振器端面における反射膜の積層構成が示されている。これら図1、図2に示すように、本形態では、まずGaAsレーザ素子基板10の共振器端面上に第1層目として Al_2O_3 膜12を形成する。第1層膜12は、成膜温度130℃でスパッタ法によって成膜し、膜厚を光学膜厚で $\lambda/16$ に制御する。

【0013】次に、第2層目の $\alpha\text{-Si:H}$ （水素化アモルファスシリコン）膜14を、成膜温度200℃でスパッタ成膜する。第2層膜14の光学膜厚は、 $\lambda/8$ に制御する。次に、第3層目の Al_2O_3 膜16を、成膜温度130℃でスパッタ成膜する。第3層膜16の光学膜厚は、 $\lambda/16$ に制御する。次に、第4層目の $\alpha\text{-Si:H}$ 膜18を、成膜温度200℃でスパッタ成膜する。第4層膜18の光学膜厚は、 $\lambda/8$ に制御する。次に、第5層目の Al_2O_3 膜20を、成膜温度130℃でスパッタ成膜する。第5層膜20の光学膜厚は、 $\lambda/16$ に制御する。なお、成膜時間は、各層いずれも30分である。

【0014】このように、3層の Al_2O_3 膜と、2層の $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を、光学膜厚 $\lambda/16$ 、 $\lambda/8$ で交互に積層することで、反射膜22がレーザ素子基板10の共振器端面上に形成される。また、 Al_2O_3 膜12、1

6、20は成膜温度130℃で形成され、 $\alpha\text{-Si:H}$ 膜14、18は成膜温度200℃で形成される。

【0015】図3には、この5層構造の反射膜22の分光特性が示されている。なお、比較のため、2層の Al_2O_3 膜と1層の $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を光学膜厚 $\lambda/4$ で積層した3層構造の反射膜と、5層の Al_2O_3 膜と4層の $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を光学膜厚 $\lambda/4$ で積層した9層構造の反射膜の分光特性を示す。

【0016】図3に示すように、本形態にかかる5層構造では、CD-R及びDVD用に必要な波長620nm～790nmの間で反射率が32%～34%とほぼフラットで安定した特性が得られている。しかしながら、3層構造や9層構造では、波長620nm～790nmの間で安定した特性が得られない。次に、5層構造の反射膜について耐環境試験を行ったところ、試験後のクラック観察においてクラックの発生は認められなかった。これは、図1に示すように、各層を、比較的低い温度であって、かつ、層毎に交互に異なる温度で成膜することで、膜中の応力歪みが緩和されたためと考えられる。

【0017】図4、図5には、以上の5層構造の反射膜を利用したレーザ装置が示されている。図4は平面図、図5は斜視図である。これらの図において、基板30上には、DVD用レーザ素子32と、CD-R用レーザ素子34がそれぞれ分離して形成されている。DVD用レーザ素子32は波長650nmのレーザ光を発振し、CD-R用レーザ素子34は波長790nmのレーザ光を発振する。これらレーザ素子32、34の共振器端面には、前記5層構造の反射膜36、38が全体に形成されている。これら反射膜36、38は、図3に示したように、波長620nm～790nmでほぼ一定の反射率となっている。このため、レーザ素子32、34の発振波長が異なるものの、反射膜36、38の作用はほぼ同一であり、良好な特性が得られる。従って、レーザ素子毎にマスクを使用して反射膜を形成するというような複雑な作業を必要とせず、簡便に反射膜を形成することができる。

【0018】このように、本形態によれば、耐環境試験においてクラックの発生が認められなかったことなどから、信頼性向上に大きく貢献できる。また、分光特性も620nm～790nm間で反射率が32%～34%とほぼ平坦で安定した特性が得られていることから、例えば一つはDVD用半導体レーザ（発振波長650nm）、もう一つはCD-R用半導体レーザ（発振波長790nm）といった多重波長のレーザアレイの端面反射膜に好適である。すなわち、発振波長650nmの端面反射膜と発振波長790nmの端面反射膜を別々に形成する必要がなく、一つのプロセスと膜構造で良好な信頼性と分光特性を確保することができる。従って、CD-R及びDVDの両方を再生するような光ピックアップの光源に好適であるなどの利点がある。

【0019】この発明には数多くの実施形態があり、以

上の開示に基づいて多様に改変することが可能である。例えば、前記形態では、3層の Al_2O_3 膜と2層の $\alpha\text{-Si:H}$ 膜を、光学膜厚 $\lambda/16$ と $\lambda/8$ 、成膜温度130℃と200℃で交互に形成することとしたが、成膜温度や使用する材料などは同様の特性が得られる範囲内で変更可能である。例えば、 $\alpha\text{-Si:H}$ 膜の代わりに Si を使用し、270℃程度で結晶膜を形成しても、同様の特性が得られる。

【0020】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レーザ素子の共振器端面の反射膜を、第1の温度で形成される第1の膜と、第2の温度で形成される第2の膜の積層構造としたので、信頼性の高い安定した特性が得られるとともに、複数波長のレーザ光を発振するレーザ装置に簡便に形成することができるという効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施形態における反射膜の製造手順を示す図である。

【図2】前記形態にかかる反射膜の積層構造を示す図である。

【図3】前記形態にかかる反射膜の分光特性を示す図で

である。

【図4】前記形態にかかる反射膜を利用した二波長レーザ装置を示す平面図である。

【図5】図4の二波長レーザ装置を示す斜視図である。

【図6】一般的なレーザ素子を示す図である。

【図7】背景技術における反射膜製造の手順を示す図である。

【図8】背景技術における二波長レーザ装置を示す平面図である。

【符号の説明】

10…レーザ素子基板

12…第1層膜

14…第2層膜

16…第3層膜

18…第4層膜

20…第5層膜

22…反射膜

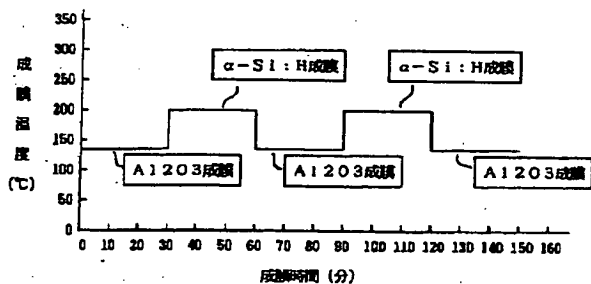
30…基板

32…DVD用レーザ素子

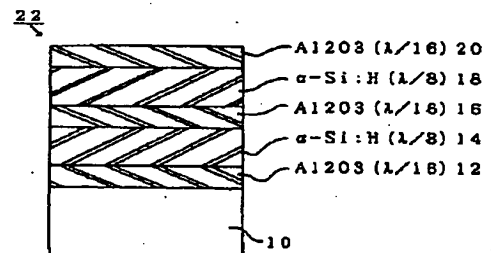
34…CD-R用レーザ素子

36, 38…反射膜

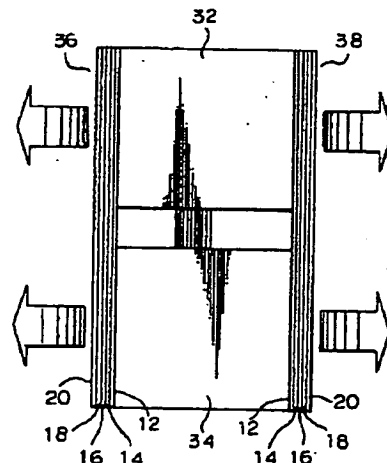
【図1】



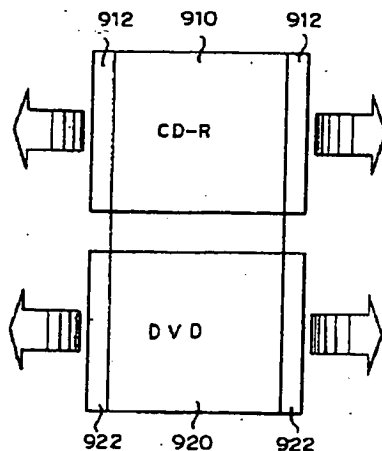
【図2】



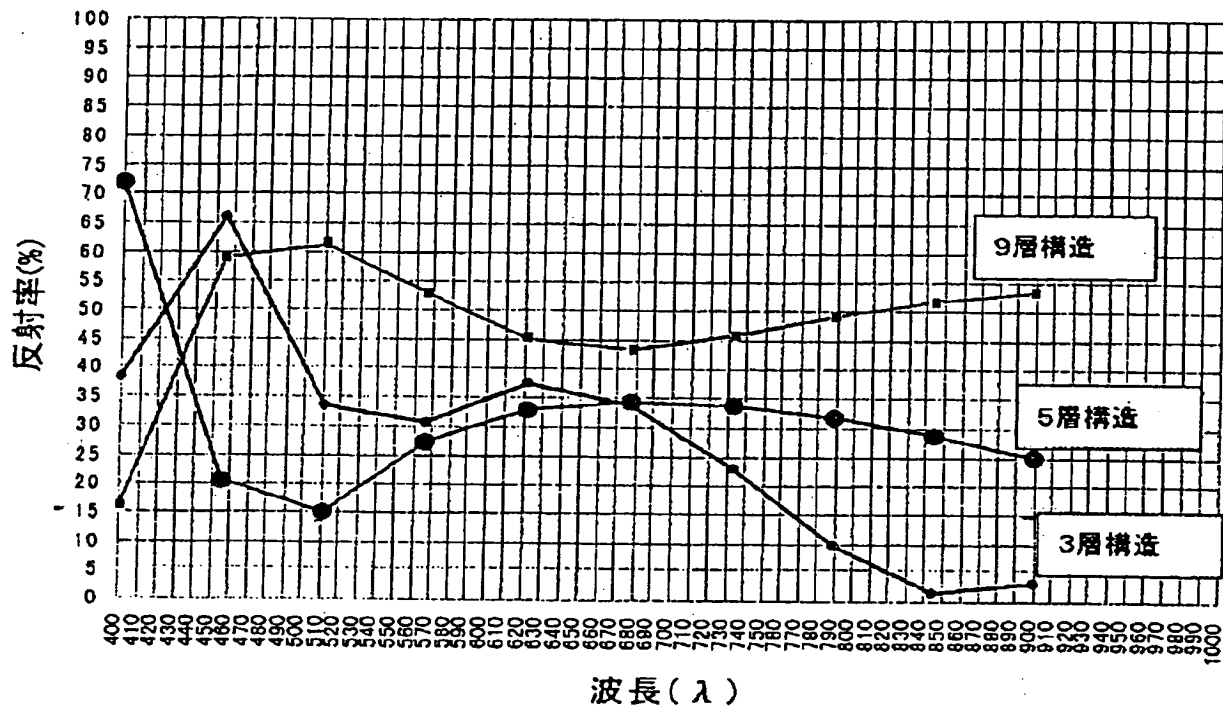
【図4】



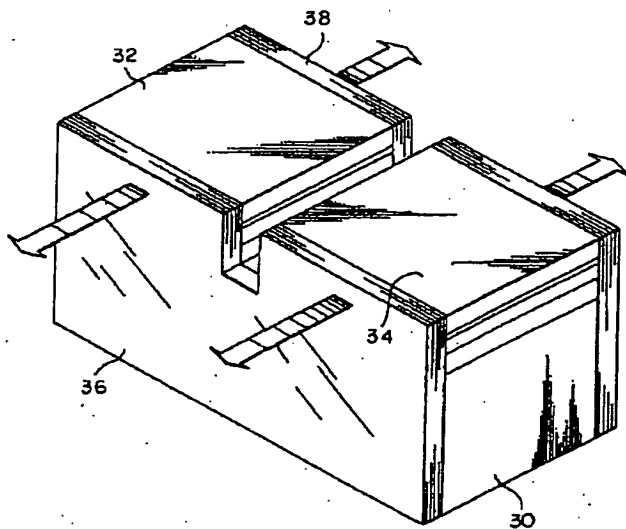
【図8】



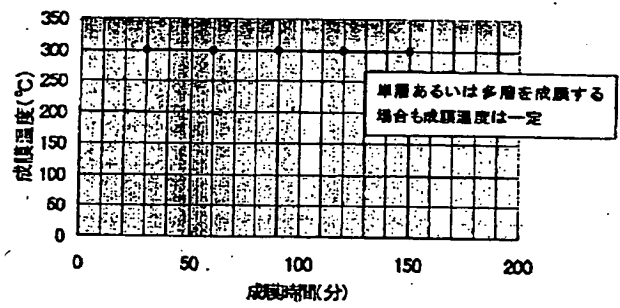
【図3】



【図5】



【図7】



【図 6】

